

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1924-1925 N° 101

Travail de la Clinique Médicale de l'Hôtel-Dieu du Professeur ROQUE
et du Laboratoire de Physique du Professeur CLUZET

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE PHYSICO-CHIMIQUE
DU
SÉRUM SANGUIN CHEZ L'HOMME
(VISCOSITÉ - INDICE DE RÉFRACTION - ALBUMINES TOTALES)

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON
et soutenue publiquement le 4 Juin 1925

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Juliette GUILLERMET

née à BRÉNOD (Ain) le 11 Septembre 1898



LYON

Imprimerie BOSC Frères & RIOU

42, Quai Gailleton, 42

Téléphone 63-56

1925

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE PHYSICO-CHIMIQUE
DU SÉRUM SANGUIN CHEZ L'HOMME

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1924-1925 N° 101

Travail de la Clinique Médicale de l'Hôtel-Dieu du Professeur ROQUE
et du Laboratoire de Physique du Professeur CLUZET

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE PHYSICO-CHIMIQUE
DU
SÉRUM SANGUIN CHEZ L'HOMME
(VISCOSITÉ - INDICE DE RÉFRACTION - ALBUMINES TOTALES)



THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON
et soutenue publiquement le 4 Juin 1925

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Juliette GUILLERMET

née à BRÉNOD (Ain) le 11 Septembre 1898



LYON

Imprimerie BOSC Frères & RIOU
42, Quai Gailleton, 42
Téléphone 63-56

1925

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Doyen honoraire	M. H. HUGOUNENQ
Doyen	M. J. LEPINE.
Assesseur	M. ROQUE.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. AUGAGNEUR, CAZENEUVE, FLORENCE (A.), TEISSIER.

PROFESSEURS

Cliniques médicales	MM. BARD.
Cliniques chirurgicales	ROQUE.
Clinique obstétricale et Accouchements.....	TIXIER.
Clinique ophtalmologique	BERARD.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	COMMANDEUR.
Clinique neurologique et psychiatrique.....	ROLLET.
Clinique des maladies des enfants.....	NICOLAS.
Clinique des maladies des femmes.....	LEPINE (J.).
Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....	MOURIQUAND.
Clinique des maladies des voies urinaires.....	VILLARD.
Clinique chirurgicale, infantile et orthopédie.....	LANNOIS.
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie.....	ROCHET.
Chimie biologique et médicale.....	NOVE-JOSSERAU.
Chimie organique et Toxicologie.....	CLUZET.
Matière médicale et Botanique.....	HUGOUNENQ.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.....	MOREL.
Anatomie	BRETIN.
Histologie	GUIART.
Physiologie	LATARJET.
Pathologie interne	POLICARD.
Pathologie et Thérapeutiques générales.....	DOYON.
Anatomie pathologique	COLLET.
Chirurgie opératoire.....	X.
Médecine expérimentale et comparée et bactériologie.....	PAVIOT.
Médecine légale	PATEL.
Hygiène	ARLOING (F.).
Thérapeutique, Hydologie et Climatologie.....	Etienne MARTIN.
Pharmacologie	COURMONT (P).
	PIC.
	X.

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours de Pathologie externe.....	MM. VALLAS.
— — Propédeutique de gynécologie.....	CONDAMIN.
— — Chimie minérale	BARRAL.
— — Urologie	GAYET.

CHARGES DE COURS COMPLEMENTAIRES

Orthopédie	MM. LAROYENNE.
Puériculture et hygiène de la première enfance.....	CHATIN.
Stomatologie	TELLIER.

AGREGES

MM.	MM.	MM.	MM.
NOGIER.	COTTE.	CORDIER (V.).	MAZEL.
THEVENOT (Léon)	DUROUX.	ROUBIER.	SANTY.
GÉRIN.	TRILLAT.	FAVRE.	DUNET.
SAVY.	SARVONAT.	BONNET.	CHALIER (André).
FROMENT.	FLORENCE (G.).	RHENTER.	CHALIER (Joseph).
THEVENOT (Lucien).	ROCHAIX.	LEULIER.	NOEL.
PIERY.			CORDIER (Pierre).

M. BAYLE, secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. ROQUE, président ; CLUZET, assesseur ;
SAVY et CHALIER J., agrégés.

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

En faible témoignage de ma vive reconnaissance et de ma profonde tendresse.

A MES SŒURS

A TOUS MES PARENTS

ET A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR ROQUE

Officier de la Légion d'Honneur

Professeur de Clinique Médicale à la Faculté de Lyon

Nous sommes heureuse de lui exprimer
notre vive gratitude pour l'accueil bien-
veillant que nous avons toujours reçu dans
sa Clinique.

Il nous fait aujourd'hui le grand honneur
de présider notre jury de thèse ; qu'il nous
soit permis de lui adresser pour cette atten-
tion nos respectueux remerciements.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ CHALIER

Médecin des Hôpitaux

A NOS JUGES

A NOS MAÎTRES DES HÔPITAUX ET DE LA FACULTÉ

Nous désirons exprimer à M. André Chevallier, Moniteur à la Faculté de Médecine, toute notre reconnaissance. Il nous a fourni avec une patience inépuisable les données dont nous avons eu besoin au cours de ce travail.

Nous remercions M. Boulud, pharmacien-chef des Hôpitaux, de l'aide précieuse qu'il nous a apportée pour les dosages chimiques des albumines ; recherches qui constituent une grande part de ce travail.

Enfin, nous n'aurions garde d'oublier nos camarades qui ont bien voulu nous aider dans nos recherches ; nous les assurons de toute notre sympathie.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Contribution à l'étude physico-chimique du sérum sanguin chez l'homme

PREMIÈRE PARTIE

LES TECHNIQUES

I

La viscosité

a) *Définition de la viscosité :*

Un fluide parfait peut, par définition, être déformé sans dépense d'énergie. Il faut au contraire fournir un certain travail pour déformer les fluides réels ; on dit qu'il y a un frottement intérieur, ou que les fluides réels ont une certaine viscosité.

Si l'on considère deux couches planes parallèles d'un certain fluide, au contact l'une de l'autre, l'une des couches est immobile, l'autre est animée dans son plan même d'une vitesse de translation assez faible. Dans ces conditions, il se produit entre les deux plans une force de frottement proportionnelle aux surfaces en contact, à la vitesse de translation, et à un coefficient n caractéristique du fluide considéré, et que l'on appelle *coefficient de viscosité*.

Ce coefficient de frottement en viscosité absolue est égal à la force en dynes qui s'exerce entre deux couches liquides de 1 cmc de surface et dont la vitesse de translation l'une par rapport à l'autre est de 1 cm par seconde, pour une distance de 1 cm.

De nombreux travaux ont étudié cette propriété des fluides, les plus anciens qui méritent de retenir notre attention sont ceux de Poiseuille.

Poiseuille a tout d'abord déterminé l'influence de la pression sur la quantité du liquide qui traverse dans le même temps des tubes de très petit diamètre. A cet effet, il a mesuré le temps que met à se vider la même ampoule, munie du même tube capillaire, lorsque le liquide intérieur est soumis à des pressions différentes. Ces pressions étant déterminées au moyen d'un manomètre à eau lorsqu'elles étaient inférieures à 150 millimètres de mercure ; les pressions plus considérables étant mesurées par un manomètre à mercure.

Poiseuille a ainsi reconnu que *pour le même tube, les quantités d'eau écoulées dans le même temps étaient proportionnelles aux pressions.*

Il s'agissait alors de savoir si cette loi était générale, quels que fussent les diamètres ou les longueurs des tubes capillaires employés. Grâce à des multiples expériences, Poiseuille a reconnu qu'il existait une limite de longueur au-dessous de laquelle la loi des pressions n'était plus vérifiée ; la valeur de cette limite est variable suivant le diamètre du tube. Ces expériences ont également montré que *les temps employés pour l'écoulement d'une même quantité de liquide à la même température, sous la*

même pression, et à travers des tubes de même diamètre, sont proportionnels à la longueur des tubes.

Puis Poiseuille a étudié l'influence du diamètre sur la quantité du liquide qui s'écoule par les tubes très étroits. De cette expérience, on déduit cette loi : *Les produits de l'écoulement, toutes choses égales d'ailleurs, sont entre eux comme les 4^{èmes} puissances des diamètres.*

Il est facile maintenant d'établir une formule qui donne le produit de l'écoulement dans l'unité de temps, de l'eau prise à la même température à travers les tubes capillaires de diamètres et de longueurs différents, et sous des pressions diverses ; la longueur du tube se trouvant toutefois au delà de la limite au-dessous de laquelle les lois précédentes cessent d'être vraies.

Soit Q le produit de l'écoulement, H la pression en millimètres de mercure à 0°, D le diamètre du tube et L sa longueur, on a, d'après ce qui précède :

$$Q = K - \frac{D H^4}{L}$$

K étant un coefficient constant dépendant de la température et du liquide employé. Toutes les expériences faites à ce sujet ont montré en effet que la viscosité diminue rapidement quand la température croît. Opitz trouve en effet pour le sérum sanguin que la viscosité diminue de quantités inégales pour des variations égales de température, et cette diminution est plus grande avec les hautes températures.

Mayer, qui a étudié les variations du plasma avec la température, a constaté que « lorsque la coagulation va se produire, avant qu'aucun autre signe, même l'opales-

cence « l'effet Tyndall » n'en avertisse l'observateur, il existe des variations internes se traduisant par une augmentation de la viscosité, augmentation qui va en s'accroissant de plus en plus jusqu'à la coagulation ».

Avec le sérum de cheval, Chalié et Chevallier ont fait les mêmes constatations et disent : « Pour la viscosité, nous remarquons qu'elle diminue dans l'ensemble de 10° jusqu'à 59°, la courbe qui traduit ces variations présente une décroissance de plus en plus atténuée, se continue de 59° à 66° par un plateau, puis très rapidement se relève pour tendre vers l'infini à 76°, température à laquelle la coagulation se manifeste visiblement.

b) Applications de la mesure de la viscosité au sang total, au plasma, au sérum :

A l'étranger et en France, de nombreux travaux ont été faits sur la viscosité du sang total. Tous ces auteurs ont donné des chiffres très différents suivant la manière dont a été prélevé le sang : par piqûre ou par ponction veineuse ; et même avec du sang pris de la même manière, par ponction veineuse, Mayer a montré que les chiffres peuvent varier du simple au double, suivant les niveaux différents des ponctions, et suivant l'intervalle entre les deux ponctions. D'autre part, la durée des mesures peut être plus ou moins longue et la coagulation du sang peut commencer dans les tubes capillaires, entraînant certainement des erreurs considérables. Pour éviter cette coagulation, Josué et Parturier ont essayé de rendre le sang incoagulable, mais les résultats des mesures n'en ont pas été plus uniformes. Cela est d'ailleurs

expliqué par les travaux de Weill et Gardère qui prouvent que « la viscosité sanguine est en rapport étroit avec le nombre de globules rouges ».

Abandonnant les mesures du sang total, plusieurs auteurs, et en particulier Mayer, se sont occupés de la viscosité du plasma. Les chiffres donnés par cet auteur montrent que la viscosité du plasma normal varie sur une assez grande échelle. Peut-être ces variations tiennent-elles au trouble apporté par l'anticoagulant employé ? c'est ainsi qu'elle est de 1,86 en moyenne avec le plasma hirudiné (Kottmann et Austrian), de 2 à 2,8 avec le plasma oxalaté, et qu'elle varie de 1,50 à 2,29 avec le plasma fluoré (Mayer).

Toutes ces erreurs sont évitées si on agit seulement sur le sérum. Là, en effet, les mesures ont montré qu'il y avait une beaucoup plus grande fixité. Le coefficient de viscosité trouvé chez l'homme par les différents auteurs est de 1,56 (Mayer), entre 1,78 et 2,09 (Bence), de 1,86 à 2,29 (Borelli et Data), de 1,65 à 1,70 pour Chaliér, Boulud et Chevallier. Tous ces chiffres ne valent que pour les viscosimètres qui ont servi aux mesures.

Les sérums sur lesquels ont porté nos mesures provenaient de sangs recueillis par ponction veineuse au pli du coude. Le sang était conservé dans un flacon en verre, fermé par un bouchon de liège, et abandonné à la température ambiante. La quantité de sang recueilli était d'environ 45 à 50 cmc afin d'obtenir au bout de vingt-quatre heures 10 à 15 cmc de sérum. Immédiatement avant les mesures, le sérum était centrifugé pendant 10 à 20 minutes environ, jusqu'à ce que le sérum soit tout à fait limpide.

Chaque fois qu'il se produisait une hémolyse, même très légère, le sérum était rejeté, sauf quelques échantillons soigneusement notés, qui nous ont donné les indications que l'on trouvera plus loin. Ces précautions ont été toujours rigoureusement prises, afin d'être placée toujours dans des conditions identiques.

c) *Les différents viscosimètres :*

On s'est servi pour les applications biologiques de la viscosité d'un grand nombre d'appareils, les uns basés sur la résistance des liquides à la pression, tels sont les appareils de Poiseuille, d'Ostwald, de Mayer, de Baume, les autres sur la résistance à l'aspiration (appareil de Hess).

Nous ne ferons que citer quelques méthodes de mesure de viscosité :

1° la méthode des oscillations, qui consiste à étudier l'amortissement d'un disque circulaire plongé dans le liquide et tournant autour de son axe ;

2° la méthode de rotation, dans laquelle on fait tourner d'une vitesse uniforme un disque en face d'un disque fixe suspendu à un fil de torsion. L'angle dont tourne le disque fixe permet de connaître la viscosité.

3° la méthode de chute, qui consiste à mesurer la vitesse avec laquelle un corps solide tombe dans le liquide.

L'application de la loi de Stokes dans le cas d'une petite sphère permet d'obtenir la viscosité absolue. On se contente le plus souvent de comparer la viscosité cherchée à celle d'un corps type. Cette méthode a permis d'opérer jusqu'au delà de 1100°.

Mais la plupart du temps, on se sert de viscosimètres à tube vertical dans lesquels les liquides s'écoulent sous l'action de leur propre poids. *Dans ces conditions, pour un même appareil et un volume constant, les temps d'écoulement t sont en raison directe des viscosités n et en raison inverse des densités d .*

$$\frac{t}{t'} = \frac{n}{n'} \times \frac{d'}{d}$$

$$\text{d'où } \frac{n}{n'} = \frac{t}{t'} \times \frac{d}{d'} \text{ où } n = K d t$$

K étant la constante de l'appareil, que l'on détermine une fois pour toutes.

Nous décrirons rapidement l'appareil de Poiseuille, d'Ostwald, de Maver, de Hess et finalement celui dont nous nous sommes servis dans nos recherches : le viscosimètre de Baume.

1° VISCOSIMÈTRE DE POISEUILLE

Nous décrirons tout d'abord l'appareil dont s'est servi Poiseuille. Ce viscosimètre était constitué par un tube capillaire aussi bien calibré que possible et sous une pression connue, Poiseuille faisait passer une quantité déterminée de liquide mesurée entre les repères fixés aux deux extrémités d'une ampoule en verre, ampoule soudée au tube capillaire. Les niveaux étaient donnés par une lunette mobile le long d'une règle verticale. La pression était indiquée par un manomètre adapté à un réservoir à air comprimé à pression constante. Cette pression était transmise sur le liquide grâce à un vase en fuseau reliant

le réservoir à pression constante à l'ampoule du tube capillaire. Enfin, l'appareil tout entier était maintenu à une température constante étant plongé dans un vase porté à cette température constante.

C'est en faisant varier successivement toutes les conditions de l'expérience que Poiseuille est finalement parvenu à établir les « *lois de Poiseuille* » que nous avons énoncées plus haut.

2° VISCOSIMÈTRE D'OSTWALD

Différentes mesures ont été faites grâce à l'appareil d'Ostwald que nous allons décrire.

L'appareil se compose d'un tube recourbé en U dont l'une des branches est un tube capillaire bien calibré ; à la partie supérieure et libre de ce tube capillaire se trouve une petite sphère creuse. A la partie supérieure et à la partie inférieure de cette sphère se trouvent deux repères. Enfin, cette sphère est reliée par son extrémité libre, au moyen d'un tube coudé muni d'un robinet, à un récipient dans lequel on peut faire varier à volonté la pression ; cette pression étant constamment connue grâce à un manomètre adapté à ce récipient. Le tube en U est placé dans un thermostat dans lequel on peut maintenir constante une température donnée.

Dans cet appareil, une expérience est ainsi conduite :

On verse quelques centimètres cubes de liquide à examiner dans le viscosimètre, dans la branche libre du tube en U. On attend pour faire les mesures que le liquide ait pris la température voulue, maintenue dans le thermostat, il faut compter environ une heure. On ferme alors le robinet de communication avec le récipient dans

lequel on peut faire varier la pression. On abaisse par exemple celle-ci à — 240 millimètres d'eau, puis quand cette pression est atteinte, on ouvre le robinet de communication avec le viscosimètre. Le liquide passe alors dans le tube capillaire et arrive dans la sphère. On note le nombre de secondes qui s'écoulent entre le passage du liquide au niveau d'un repère inférieur et celui de son arrivée au niveau du repère supérieur. A ce moment, on possède alors toutes les données nécessaires pour pouvoir déterminer la viscosité du liquide employé.

3° VISCOSIMÈTRE DE MAYER

Le viscosimètre de Mayer est une modification du viscosimètre d'Ostwald.

Il est également constitué par un tube capillaire en U à branches parallèles. Sur le trajet de chacune des branches se trouve une sphère creuse de mêmes dimensions, mais occupant sur chaque branche un niveau tel que le raccord supérieur de l'une avec le capillaire est situé dans un plan un peu inférieur au raccord inférieur de l'autre. Lorsqu'on verse du liquide dans la sphère creuse, la plus haute sur le tube, ce liquide s'élève peu à peu, de lui-même, dans l'autre sphère. On compte alors le temps nécessaire pour que le liquide remplisse la sphère entre ses deux repères. La même opération est répétée pour l'eau distillée et le rapport des deux temps d'écoulement, donne le coefficient de viscosité relatif pour le liquide considéré. Toutes les mesures sont prises à la même température, l'appareil étant placé, soit dans un thermostat, soit même dans une étuve.

4° VISCOSIMÈTRE DE HESS

Le viscosimètre de Hess est celui qui a servi à faire la plupart des mesures de viscosité sanguine, dans les travaux récents traitant de cette question.

Cet appareil est constitué par deux tubes parallèles fixés sur une plaque en verre dépoli. Ces deux tubes portent une graduation de 0 à 10 ; le 0 étant à l'extrémité libre de chaque tube ; l'autre extrémité de chaque tube est coudée à angle droit par rapport au plan même des deux tubes, et les tubes sont reliés entre eux par un troisième tube qui porte un robinet qui permet d'isoler un tube par rapport à l'autre, et une soufflerie qui permet d'aspirer du liquide dans les deux tubes si le robinet est ouvert, dans un seul des tubes si le robinet est fermé. L'extrémité libre de chaque tube parallèle est en relation avec un tube capillaire qui prolonge la direction des premiers tubes, et enfin chaque tube capillaire débouche dans deux autres tubes de calibre semblable. De ces deux derniers tubes, l'un est maintenu fixe dans sa position, par un ressort ; l'autre est soudé à l'extrémité même du tube capillaire, du côté où le tube peut être isolé grâce au robinet.

Sur le tube en relation avec la poire de caoutchouc se trouve un petit tube de verre qui communique par un trou avec l'air extérieur.

Sur la plaque de verre dépoli, on a donc deux tubes parallèles constitués chacun par trois portions de tubes ; d'un côté, ces trois portions sont soudées au bout les unes des autres, et peuvent être isolées du reste de l'ap-

pareil grâce au robinet ; de l'autre côté, la troisième portion peut être changée à volonté.

On fait une mesure de la façon suivante :

De l'eau distillée est aspirée dans la longue portion de l'appareil de telle façon que l'extrémité de cette colonne liquide arrive à la division 0. Le robinet est fermé. Dans la portion mobile du tube de l'autre côté, on fait pénétrer par capillarité du liquide à examiner. Quand le liquide arrive à l'autre extrémité du tube, celui-ci est adapté à l'appareil et maintenu par le ressort.

Le liquide, grâce à la poire de caoutchouc, est alors aspiré de manière à ce que, de ce côté également, le liquide arrive au 0 de la graduation. Les deux niveaux dans chaque tube sont donc au 0. On ouvre le robinet et on aspire les deux colonnes de liquide. Lorsque le sang est à la division 1, on arrête l'aspiration, le sang et l'eau s'arrêtent. Le chiffre de la graduation devant lequel s'est arrêtée l'eau donne la viscosité relative du liquide examiné.

Cet appareil nécessite une très grande propreté pour pouvoir resservir. La lecture une fois faite, on chasse les deux liquides ; quand l'eau atteint sa position initiale à 0, on ferme le robinet et l'autre portion du tube ayant contenu le liquide à examiner, sang ou sérum, est soigneusement lavée à l'ammoniaque et à l'eau distillée. Pour être sûr des mesures faites avec cet appareil, il faut faire de temps à autre un contrôle avec de l'eau distillée des deux côtés.

A propos de ce viscosimètre, étant donnée la généralisation de son emploi, nous croyons devoir faire remarquer que les chiffres obtenus par lui doivent être la plupart du temps soumis à caution.

En effet, d'une part la très faible quantité de liquide en expérience implique une première cause d'erreur, qui est augmentée encore du fait des erreurs de parallaxe commises par la lecture des graduations sur le tube, erreurs pouvant atteindre le quart du chiffre réel.

D'autre part, l'absence absolue de constance dans la température pendant l'expérience et, d'autre part, l'absence de corrections pour les chiffres pris à des températures différentes, étant donné l'importance considérable de l'action de la température sur la viscosité du sérum, ainsi que nous l'avons relaté plus haut, ajoutent encore un défaut de plus à cet appareil, qui, appliqué à la mesure de la viscosité du sérum, ne saurait en aucune façon permettre des mesures sur lesquelles on puisse compter.

C'est pour ces raisons que nous avons abandonné l'appareil de Hess qui a été employé pour les travaux les plus récents relatifs à la viscosité du sérum sanguin ; nous nous sommes servis de l'appareil de Baume qui permet d'effectuer des mesures faciles et rapides, et à une température constante. Tous nos coefficients de viscosité ont été calculés à une température de 37°.

5° VISCOSIMÈTRE DE BAUME

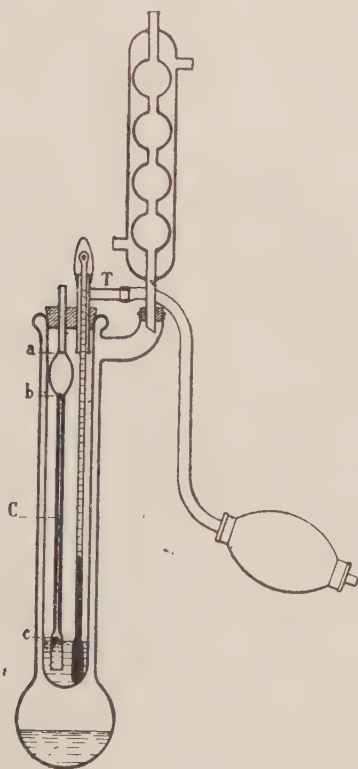
Pour faire nos mesures, nous avons dû lui apporter quelques modifications que nous indiquerons au cours de notre description.

Le viscosimètre de Baume est composé de trois parties essentielles :

A) une jaquette thermostatique et son réfrigérant, permettant de réaliser dans la chambre intérieure une température rigoureusement constante.

B) un tube viscosimétrique plongeant dans un tube à essai qui pénètre dans la chambre intérieure.

C) Un chronographe au cinquième de seconde, une poire de caoutchouc et un thermomètre.



La jaquette thermostatique est constituée par deux enveloppes en verre entre lesquelles on met un liquide qui permet d'obtenir dans la chambre intérieure une température constante et déterminée.

La première enveloppe a la forme d'un ballon surmonté d'un col d'assez grand diamètre pour permettre à la

seconde enveloppe d'être à son intérieur. Cette deuxième enveloppe est un tube ; ces deux tubes sont réunis entre eux par leurs bords libres. L'extrémité inférieure de l'enveloppe interne arrive au niveau de l'encolure du ballon.

Pour nos mesures, le liquide que nous avons mis dans notre jaquette thermostatique était de l'eau. Nous avons mis également de l'eau dans la chambre intérieure de la jaquette. Le sérum était mis dans un tube à essai plongeant dans l'eau. Enfin, la jaquette thermostatique tout entière était plongée dans une assez grande quantité d'eau que l'on chauffait au moyen d'un bec Bunsen.

Ainsi notre sérum était entouré par trois couches liquides assez importantes comme volume, ce qui entraînait un échauffement lent et régulier.

Le tube viscosimétrique réalise les conditions nécessaires aux déterminations viscosimétriques en valeur absolue : écoulement d'un liquide dans un tube capillaire sous l'influence de la pesanteur.

Il se compose d'un tube capillaire terminé à sa partie inférieure par un tube de plus grand diamètre portant un repère C. Ce tube capillaire est surmonté d'une boule comprise entre les points de repère *a* et *b* disposés comme l'indique la figure. Il est fixé dans la jaquette thermostatique au moyen d'un bouchon de caoutchouc à deux trous, la tige viscosimétrique est engagée dans l'un d'eux, l'autre porte un tube en T dont une branche sert de guide à un thermomètre maintenu en place par un petit doigt de caoutchouc. L'autre branche du T sert à adapter une poire en caoutchouc.

Le chronographe de précision employé mesure au cinquième de seconde des temps allant jusqu'à trente minutes.



MARCHE D'UNE EXPÉRIENCE. — Le tube à essai destiné à recevoir le sérum est nettoyé et séché avec soin.

Le ballon de la jaquette thermostatique est rempli d'eau. On met également une certaine quantité d'eau dans la chambre intérieure de la jaquette thermostatique ; puis on met le ballon de la jaquette thermostatique dans un bain-marie, de façon à ce que le ballon tout entier plonge dans l'eau.

Le sérum qui vient d'être centrifugé est mis dans le tube à essai qui est placé dans la chambre intérieure du thermostat. Il faut une quantité de sérum suffisante pour que son niveau supérieur affleure exactement au point de repère C. Le thermomètre est mis en place. On s'assure que le tube viscosimétrique est bien vertical.

Le bain-marie est chauffé lentement, afin que le sérum s'échauffe graduellement jusqu'à la température voulue pour les mesures. A ce moment, par aspiration (on peut aussi, par compression d'air à la surface du sérum, le faire monter dans le tube viscosimétrique grâce à la poire de caoutchouc adaptée à la branche libre du T) on fait monter le sérum un peu au-dessus du point de repère a , et en cessant alors l'aspiration, on suit la descente du niveau du sérum. On déclenche le chronographe lorsque le ménisque passe en face du trait de repère a et on l'arrête au moment où le ménisque passe en face du point de repère b .

Soit t le nombre de secondes donné par le chronographe. En maintenant le sérum à la même température, on recommence quelques mesures : on doit retrouver le même temps t à quelques dixièmes de secondes près. Dans le cas contraire, il faut attendre quelques minutes et re-

commencer les mesures jusqu'à ce que les temps trouvés dans deux mesures successives concordent.

Pour trouver la viscosité absolue du sérum étudié, à partir du nombre de secondes d'écoulement, dans le viscosimètre de Baume, il faut la calculer d'après l'expression :

$$\eta = K d t$$

dans laquelle K est une constante de l'appareil mentionnée dans le procès-verbal d'étalonnage (fourni avec chaque tube viscosimétrique); t le temps d'écoulement mesuré expérimentalement en secondes ; d la densité du liquide à la température de l'expérience.

Toutes nos mesures de densités ont été faites par la méthode du flacon à la température ordinaire ; l'erreur absolue qui résulte de ceci est négligeable, les variations de densité étant telles qu'elles n'affectent le chiffre de la viscosité qu'à la cinquième et exceptionnellement à la quatrième décimale.

II

L'indice de réfraction

a) *Définition de l'indice de réfraction :*

Si l'on examine les liquides en lumière monochromatique, on constate que le rayon incident subit une certaine déviation. L'évaluation du rapport constant entre l'angle d'incidence et l'angle de réfraction constitue la mesure de l'indice de réfraction du liquide.

Le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction varient en conservant un quotient constant. Cette valeur constante est appelée l'indice de réfraction du second milieu par rapport au premier.

Au point de vue théorique, cette constante physique donne des indications précieuses sur la composition des produits examinés, et même sur la constitution de la molécule. La mesure de l'indice de réfraction a été appliquée aux différents liquides de l'organisme. Pour le sang total, cette mesure est impossible, le rayon lumineux ne pouvant traverser le liquide.

Depuis 1903, la recherche de l'indice de réfraction du sérum sanguin, en clinique, a acquis une certaine importance, étant donnée la relation étroite constatée par Reiss entre l'indice de réfraction du sérum et sa teneur

en matières protéiques, et la possibilité de déterminer cette teneur par la mesure de l'indice réfractométrique.

Le principe du réfractomètre est le suivant : dans un prisme à liquide, de petit angle, la déviation d'un rayon de lumière est proportionnelle à $(N-1)$. N étant l'indice du liquide que renferme le prisme.

Il existe deux sortes d'appareils, soit le réfractomètre à réflexion totale, soit en utilisant l'annulation de la déviation de la lumière traversant le prisme au moyen d'une lentille plan convexe.

1° *Appareil de Pulfrich :*

Le premier type est représenté par l'appareil de Pulfrich. Cet appareil, d'après la description de Vaucher, se compose essentiellement d'une lunette dont l'oculaire est muni d'une échelle graduée ; à l'autre extrémité de la lunette se trouve un prisme en verre résistant dont l'angle réfringent mesure 63° . A celui-ci, est adjoit un second prisme (dit prisme auxiliaire) à réflexion totale. C'est entre les deux prismes qu'on dépose la goutte de sérum à examiner. L'appareil étant solidement et hermétiquement clos, est immergé dans une cuve à eau, maintenue à une température constante. Le rayon lumineux, réfléchi par une glace placée à 45° au-dessous de l'objectif se réfracte en traversant le sérum, d'où formation dans l'appareil d'une plage sombre dont on peut apprécier très exactement l'étendue grâce aux graduations de l'échelle. La précision est encore augmentée grâce à une vis micrométrique annexée à l'oculaire, permettant de lire les dixièmes de degré de l'échelle. On arrive ainsi à avoir des indices de réfraction de 5 décimales.

2° Appareil de Féry :

Nos mesures réfractométriques ont été déterminées au moyen du grand réfractomètre de Féry.

Cet appareil est composé de la cuve qui renferme le sérum à mesurer, et qui est constituée par un prisme creux d'angle convenable, dont les faces sont également prismatiques, mais placées de telle manière que l'ensemble constitue un système à faces parallèles.

Les trois prismes constituant ainsi la cuve à liquide sont collés de façon à résister à tous les dissolvants et sont montés dans une garniture métallique portant deux fentes horizontales de 3 millimètres de hauteur. La fente inférieure permet aux rayons de passer par le fond de la cuve et de traverser ainsi l'ensemble des trois prismes solides agissant comme une lame à faces parallèles. La fente supérieure permet de recevoir les rayons qui traversent le liquide ; c'est à la hauteur de cette fente que l'on doit disposer le réservoir du thermomètre coudé porté par le couvercle en verre rodé de cette cuve.

Cette première cuve est placée dans une seconde entièrement métallique, sauf les deux grands côtés constitués par deux plaques de verre à faces parallèles. L'espace compris entre les deux cuves est rempli d'eau. C'est grâce à la quantité du liquide contenu dans cette cuve qu'on peut maintenir une température constante à l'intérieur de la petite cuve. La température à l'intérieur de cette petite cuve est mesurée par un thermomètre coudé, fixé dans le couvercle.

La cuve extérieure est munie d'un couvercle métallique.

L'ensemble de ces deux cuves porté par une glissière peut se déplacer perpendiculairement à l'axe optique de l'instrument.

L'axe optique de l'instrument est déterminé par une fente à réticule portée par le collimateur et un réticule en croix de Saint-André contenu dans la lunette. Ces deux réticules peuvent être mis au point au moyen de boutons.

Dans son mouvement, la cuve extérieure entraîne un vernier et une loupe devant une échelle fixe, ce qui permet d'apprécier son déplacement à $3/100^{\circ}$ de millimètre près, correspondant à $1/10.000^{\circ}$ d'indice. Cette échelle est divisée de 1,33 à 1,59 et chaque division qui vaut presque 4 millimètres est divisée en 4 parties. Chacune de ces subdivisions représente $25/10.000^{\circ}$ ou 0,0025. Le vernier est lui-même divisé en 25 parties, dont la longueur totale représente 24 des petites divisions de l'échelle.

Le sérum à examiner étant placé dans la cuve centrale, préalablement nettoyée et séchée avec soin, le réservoir du thermomètre plongeant dans le liquide, on effectue une mesure de la façon suivante :

La cuve extérieure est remplie d'eau ; cette eau est chauffée grâce à la petite lampe latérale jusqu'à la température à laquelle on doit faire la lecture (37° pour nos mesures).

Au moyen d'un bouton placé sous la cuve extérieure, on fait marquer au vernier l'indice du verre de la cuve (indice gravé sur chaque appareil et ne variant pas avec la température), puis grâce au tirage de l'oculaire, on met au point le réticule en croix de Saint-André, et en manœuvrant le pignon de la lunette on obtient la mise au

point du réticule vertical du collimateur. L'appareil est éclairé par la lumière monochromatique du sodium. Grâce à un petit bouton latéral, on fait coïncider le réticule vertical avec le centre de la croix.

La température voulue du sérum étant obtenue, on manœuvre le bouton du collimateur placé sous la cuve extérieure jusqu'à ce qu'on retrouve une autre plage lumineuse et, toujours en manœuvrant le même bouton, on arrive à avoir la coïncidence du repère vertical avec le centre de la croix de Saint-André. A ce moment, il ne reste plus qu'à faire la lecture du chiffre indiqué par le vernier, chiffre qui est l'indice de réfraction du sérum considéré.

L'indice de réfraction du sérum varie avec la température ; il diminue progressivement en même temps que la température augmente. Chalier et Chevallier donnent pour le sérum de cheval un indice de 1,3493 à 10°; 1,3479 à 25° et 1,3442 à 50°.

III

Les albumines totales

Le sérum sanguin est composé d'une part de substances cristalloïdes et d'autre part de substances colloïdales.

Les premières constituent les sels du sérum, nous ne nous en occuperons pas.

Les secondes sont pour la majeure partie formées de substances albuminoïdes complexes.

On a recherché à distinguer parmi elles diverses sortes d'albuminoïdes. Cette séparation basée sur des affinités chimiques dissemblables ne représente pas en réalité, le polymorphisme des substances albuminoïdes telles qu'elles sont dans le sérum. Mais ce qu'il est facile de mettre en évidence, c'est leur quantité totale, sans s'occuper de séparation entre elles.

Pour ce dosage, divers procédés ont été préconisés. Parmi ceux-ci, nous citerons :

a) *Pesée des albumines coagulées.* — On prélève un volume de sérum d'environ 2 cmc, dans un vase de Bohême; on ajoute II ou III gouttes d'acide acétique et on chauffe au bain-marie jusqu'à coagulation ; puis on continue à chauffer pendant dix minutes. Jeter sur un filtre desséché à 100° et taré. Laver à l'eau bouillante jusqu'à

ce que l'eau de lavage ne précipite plus par l'azotate d'argent. Laver ensuite à l'alcool et à l'éther; essorer en comprimant doucement entre des doubles de papier filtre. Dessécher à 110° et peser. Multiplier par 500 pour avoir le poids de l'albumine rapportée par litre.

b) *Dosage de l'azote.* — Cette méthode permet d'éviter la dessiccation, la tare du filtre et la pesée ; elle a été imaginée par Kjehtdal et basée sur la transformation en ammoniacque par l'acide sulfurique concentré et bouillant de l'azote de presque tous les corps organiques azotés.

Après avoir coagulé les albumines, et les avoir recueillies sur un filtre, celui-ci est détaché de l'entonnoir, replié sur lui-même et séché entre plusieurs doubles de papier filtre. Puis ce filtre est placé dans une fiole de Kjehtdal ; on ajoute 15 à 20 cmc d'acide sulfurique et 1 gr. 50 d'oxalate de potasse. Le ballon est chauffé sur une toile métallique, le liquide noircit et mousse. Des fumées blanches se dégagent, le ballon est fermé incomplètement par un entonnoir et l'ébullition est prolongée jusqu'à décoloration du liquide.

On laisse refroidir et on verse dans un ballon de deux litres contenant 300 cmc d'eau distillée. Le liquide acide est saturé par de la lessive concentrée de soude. On ajoute de la grenaille de zinc, on adapte au ballon un réfrigérant et on distille jusqu'à ce que toute l'ammoniacque soit passée.

Le produit de la distillation est condensé dans une fiole contenant 20 cmc d'acide sulfurique normal. Puis on titre à la sonde normale l'acide resté libre en présence

du tournesol, par différence on a la quantité d'ammoniaque et par conséquent d'azote. Chaque centimètre cube d'acide normal disparu par saturation représente 0,014 d'azote.

En multipliant le chiffre d'azote obtenu par 6,4, on a le poids d'albumine correspondante.

c) *Procédé volumétrique de Chelle*, qui permet d'établir un nouvel élément d'appréciation de la teneur globale du liquide hématique en principes susceptibles d'être insolubilisés par l'iodure mercurio-potassique, élément que Chelle propose d'appeler « indice mercurique du sang ».

Le sang à son issue du vaisseau est reçu dans une solution à la fois fluorée et oxalatée qui en assure l'incoagulabilité et la conservation : l'augmentation du poids du récipient donne la masse du sang recueilli. On amène le liquide à une dilution telle qu'une proportion aliquote du produit final contienne un poids fixe et connu du sang. C'est à cette prise d'essai qu'on ajoute l'iodure mercurio-potassique titré, ce milieu étant finalement acidulé avec de l'acide acétique, et c'est dans le mélange amené à un volume connu puis filtré qu'on apprécie indirectement par cyanimétrie et par la quantité d'azotate décinormal versée pour obtenir le trouble indicateur final ; « l'indice mercurique du sang » (Denigès).

Chez l'homme, cet indice est d'environ 19.

d) *Dosage avec précipitation par l'acétone*. — Dans un vase cylindrique bouché à l'émeri et d'une capacité de 10 cmc on mesure 1 cmc de plasma fluoré et on ajoute

3 volumes d'acétone pure, du bisulfite, on agite et on laisse reposer douze heures. Filtrer, laver successivement à l'acétone, à l'eau bouillante, à l'alcool bouillant et à l'éther.

Les albumines ainsi précipitées dans un milieu présentant un PH voisin de 5,5 sont alors pesées avec toutes les précautions d'usage.

e) *Dosage par le sulfate de soude.* — On prélève 2 ou 5 cmc de sérum qu'on sature par du sulfate de soude, puis on acidule par 1 pour 100 d'acide acétique; on chauffe au bain-marie et après coagulation, on achève l'analyse comme à l'ordinaire.

TECHNIQUE EMPLOYÉE

Précipitation à l'acide trichloracétique.

La technique que nous avons employée est le dosage de l'albumine par précipitation par l'acide trichloracétique.

On tare un filtre sans plis de 70 m/m de diamètre, séché à 110°, enfermé entre deux verres de montre (1). Ainsi taré, le filtre est placé sur un entonnoir et imbibé abondamment avec une solution au tiers d'acide trichloracétique, puis, tenant d'une main une pipette contenant un volume de cette solution d'acide trichloracétique égal à celui du sérum utilisé, de l'autre main une pipette jaugée contenant le sérum (5 cmc autant que possible), on commence par laisser couler dans le filtre les trois quarts de la solution trichloracétique, puis le sérum que l'on

(1) Condition essentielle pour peser exactement un précipité d'albumine.

mesure également ,et enfin le reste du réactif précipitant. Et on reverse sur le filtre le liquide filtré. On laisse égoutter et on lave à l'eau bouillante jusqu'à ce que l'eau de lavage ne précipite plus la solution de nitrate d'argent acide. On lave à l'éther (1). On sèche dans le vide, ou ce qui est plus rapide et *sans inconvénients* à l'étuve à 110°. On pèse toujours entre les deux verres de montre, il est nécessaire de faire plusieurs pesées après dessiccation jusqu'à poids constant.

Cette méthode est très rapide, il faut environ un quart d'heure pour effectuer la précipitation et le lavage complet ; la précipitation est totale, il n'y a pas possibilité de perte, puisque tout se passe sur le filtre, mais il faut avoir soin de bien inonder le filtre avec la solution d'acide trichloracétique.

Différenciation de la sérine et de la globuline

En saturant le sérum par le sulfate de magnésie, on arrive à isoler une partie des albumines, le sérum globuline. On obtient ainsi une matière protéique blanche, amorphe, insoluble dans l'eau pure, soluble dans les solutions faibles de sels alcalins, précipitable par les acides, même par l'acide carbonique, par les sels alcalins en excès, ainsi que par le sulfate de magnésie. Le sérum globuline se trouble vers 60° et se prend en masse vers 75°.

Le sérum débarrassé de sérum-globuline renferme encore une albumine : la sérine.

On la précipite en ajoutant à la liqueur déjà saturée de

(1) Il ne faut absolument pas laver à l'alcool qui dissout, pour une raison qui nous échappe, un peu du précipité d'albumine.

sulfate de magnésie 0,5 % d'acide acétique ou trichlor-acétique ; on exprime, dissout dans l'eau et dialyse après avoir neutralisé. La solution additionnée de 3 ou 4 volumes d'alcool fournit un précipité qu'on essore et lave à l'éther.

La sérine est une matière incolore, amorphe, très voisine de l'albumine du blanc d'œuf ; elle est soluble dans l'eau et précipitable par l'addition de quelques sels alcalins en excès, ainsi que par l'éther. La chaleur commence à la coaguler vers 70° ; la coagulation est complète vers 84° en milieu acide.

Malgré ces caractères chimiques qui paraissent être assez tranchés et faire de ces substances des corps chimiquement définis, cette différenciation en réalité n'existe pas, et les principaux caractères chimiques varient suivant les modalités de l'expérience. D'après Hugounenq, « il ne faut pas donner trop d'importance à ces caractères distinctifs entre sérine et globuline, ni surtout leur attribuer une précision qu'ils ne comportent pas ». De même, Lambling considère que « comme une séparation précise des divers protéiques en individus cliniques définis n'est pas encore possible, il est inutile d'insister sur les caractères de ces fractions ».

DEUXIÈME PARTIE

LES FAITS

A

Observations

OBS. N° 1. — Fay... Edmond, 47 ans. Salle R. Lépine, n° 41.
Néphrite chronique urémigène. — Urée, 6 gr. 10. — Coma.
— Mort.

Viscosité : 0,0134 à 37°.

Indice : 1,3505 à 37°.

OBS. N° 2. — Lec... Georges, 50 ans. Salle R. Lépine, n° 13.
— Cirrhose de Laënnec. — Accès de goutte à répétition.

Viscosité : 0,0126 à 37°.

Indice : 1,3524 à 37°.

OBS. N° 3. — Ger... Jules, 43 ans. Salle R. Lépine, n° 5.
— Cirrhose de Laënnec avec ascite récidivante. — Bacilliose
fibreuse. — Syphilis probable. — Wassermann positif. Ar-
thrite tibio-tarsienne gauche.

Viscosité : 0,0150 à 37°.

Indice : 1,3503 à 37°.

OBS. N° 4. — Mac..., salle R. Lépine, n° 9. — Polioencéphalite et poliomyélite épidémique datant de 1922. Amélioration nette par l'électrothérapie et la strychnine. *Malade à jeun* :

Viscosité : 0,0110 à 37°.

Indice de réfraction : 1,3480 à 37°.

OBS. N° 5. — Mac... Malade de l'observation précédente. — *Pendant la digestion* :

Viscosité : 0,0105 à 37°.

Indice : 1,3488 à 37°.

OBS. N° 6. — Gou... J. — Normal.

Viscosité : 0,0124.

OBS. N° 7. — Ber... Jeanne. — Normale.

Viscosité : 0,0132.

Dans les observations suivantes, nous donnons, en plus de la viscosité et de l'indice de réfraction à 37°, le taux des albumines totales pour 1.000, obtenu par dosage chimique.

OBS. N° 8. — Mac... Salle R. Lépine, n° 9. — Malade de l'observation n° 4 :

Viscosité : 0,0106.

Indice : 1,3484.

Albumines : 92 gr.

OBS. N° 9. — Gui... J. — Migraine :

Viscosité : 0,0161.

Indice : 1,3499 à 37°.

Albumines : 85 gr. 05.

OBS. N° 10. — Cha... Louis, salle R. Lépine, n° 30. — 30 ans. — Bronchite avec emphysème. — Crises asthmatiformes. — Pas de bacilles de Koch.

Viscosité : 0,0164.

Indice : 1,3492.

Albumines : 82 gr. 55.

OBS. N° 11. — For... Simon, 18 ans. Salle R. Lépine, n° 18.
— Urticaire avec crises récidivantes d'origine insuffisance hépatique probable. Hépatomégalie douloureuse. Légère splénomégalie.

Viscosité : 0,0124.

Indice : 1,3494.

Albumines : 89 gr. 25.

OBS. N° 12. — Kra... Paul, 33 ans. Salle R. Lépine, n° 37.
— Rhumatisme articulaire aigu. Crise ayant duré une quinzaine de jours et ayant intéressé presque toutes les articulations avec rougeur, chaleur. — Rien au cœur.

Viscosité : 0,0141.

Indice : 1,3510.

OBS. N° 13. — For... Simon. — Malade de l'observation 11.

Viscosité : 0,0145.

Indice : 1,3498.

Albumines : 86,90.

OBS. N° 14. — Bey... Jean, 6 ans. Salle R. Lépine, n° 35. — Insuffisance aortique chez un syphilitique. — Wassermann positif. — Rétrécissement léger associé. — Hémianesthésie gauche.

Viscosité : 0,0105.

Indice : 1,3472.

Albumines : 72 gr. 55.

OBS. N° 15. — Cro... Jean. Salle R. Lépine, n° 54. — Sclérose pulmonaire avec hémoptysies et présence de bacilles de Koch à l'homogénéisation. — Paraplégie spasmodique avec exagération des réflexes qui sont polycinétiques. — Clonus du pied et de la rotule sans Babinski. — Liquide céphalo-rachidien normal. Wassermann positif. — A la radioscopie : image géodique du sommet droit avec niveau liquide.

Dilatation des bronches vérifiée au lipiodol.

Viscosité : 0,0113.

Indice : 1,3484.

Albumines : 74 gr. 50.

OBS. n° 16. — Hyv... Joseph, 38 ans. Salle R. Lépine, n° 51. Gros cœur primitif. Pointe dans le VI^e espace, avec infarctus pulmonaires, petit épanchement pleural droit. Dyspnée marquée. Asystolie avec galop ou souffle d'insuffisance mitrale fonctionnelle. Pas d'azotémie. Constante d'Ambard, 0,20. — Albuminurie transitoire. Pas d'hypertension.

Viscosité : 0,0098.

Indice : 1,3453.

Albumines : 50 gr. 05.

Dans ce cas, le caillot étant irrétractile, le sérum exsudé en faible quantité avait une densité de 1001 et était très légèrement hémolysé.

OBS. n° 17. — Même malade que dans l'observation précédente. Les deux prises de sang ont été faites à deux jours d'intervalle ; cette fois, le caillot s'est rétracté normalement, le sérum était normal comme coloration ; la densité était toujours de 1001.

Viscosité : 0,0148.

Indice : 1,3463.

Albumines : 68 gr. 80.

OBS. n° 18. — Hus... Auguste, 42 ans. Salle R. Lépine, n° 6. Néphrite chronique (hypertensive et urémigène) chez un ancien saturnin, ayant une tuberculose pulmonaire fibro-caséuse et une hémorragie cérébro-méningée. — Coma urémique. — Urée : 2 gr. 25. — Mort.

Viscosité : 0,0145.

Indice : 1,3488.

Albumines : 75 gr. 05.

OBS. n° 19. — Mig... Barthélemy, 68 ans, salle R. Lépine, n° 46. — Démence sénile chez un homme présentant depuis un mois des pertes de connaissance avec chutes. Pas de néphrite ; pas d'azotémie ; pas d'albuminurie ; pas d'hypertension.

Viscosité : 0,0111.

Indice : 1,3473.

Albumines : 72 gr. 30.

OBS. n° 20. — Cal... Louis. Salle R. Lépine, n° 29. 51 ans. Congestion pulmonaire chez un malade présentant une sclérose tuberculeuse ancienne, avec emphysème très prononcé. Dilatation du cœur d'origine pulmonaire; cyanose; dyspnée. Pas d'albumine; pas d'hypertension.

Viscosité : 0,0114.

Indice : 1,3457.

Albumines : 72 gr. 25.

OBS. n° 21. — Scho..., femme Rou..., 2^e Infirmerie, n° 14. — Grossesse datant de cinq mois.

Viscosité : 0,0112.

Indice : 1,3468.

Albumines : 74 gr. 55.

OBS. n° 22. — Bou..., femme Por..., 2^e Infirmerie n° 6. — Grossesse de 4 mois.

Dans ce cas, le caillot était irrétractile; la très faible quantité de sérum exsudé était hémolysé de telle façon qu'il nous a été impossible de mesurer l'indice de réfraction.

Viscosité : 0,0104.

Albumines : 97 gr. 45.

OBS. n° 23. — Sau... Félix, salle Raphaël Lépine, n° 39, 62 ans. — Rhumatisme vertébral consécutif à un traumatisme de la région. Rétraction de l'aponévrose palmaire des deux mains.

Viscosité : 0,0132.

Indice : 1,3481.

Albumines : 84 gr. 95.

OBS. n° 24. — Jou... Félix. Salle R. Lépine, n° 26. — Rhumatisant goutteux présentant des fluxions articulaires multiples, et par la suite une arthrite bacillaire du genou.

Viscosité : 0,0134.

Indice : 1,3501.

Albumines : 90 gr. 10.

OBS. N° 25. — Hil... Jean, 62 ans. Salle R. Lépine, n° 37. Pseudo-vertiges; petits ictus par ramollissement cérébral probable. Aucune incoordination; aucun signe de tabes. Pas d'hypertension; pas d'albuminurie.

Viscosité : 0,0108.

Indice : 1,3480.

Albumines : 84 gr. 80.

OBS. N° 26. — Dup... Berthe. Salle St-Roch, n° 15. — Gros cœur avec hypertension 20/14. Néphrite chronique. Pas d'azotémie. Défaillance cardiaque. Dyspnée nocturne. Galop. Epanchement pleural droit. Œdèmes périphériques.

Viscosité : 0,0190.

Indice : 1,3561.

Albumines : 135 gr. 05.

OBS. N° 27. — Des... Clovis, 25 ans. Salle R. Lépine, n° 35. Néphrite albuminurique post-angineuse, sans retentissement circulatoire marqué, sans œdèmes, ni rétention azotée. Ancien bacillaire ayant eu des hémoptysies, conservant un peu d'obscurité du sommet droit.

Viscosité : 0,0114.

Indice : 1,3472.

Albumines : 77 gr. 60.

OBS. N° 28. — Gir... P. — Normal.

Viscosité : 0,0124.

Indice : 1,3488.

Albumines : 96 gr. 05.

OBS. N° 29. — Gui... J. — Normale.

Viscosité : 0,0112.

Indice : 1,3495.

Albumines : 91 gr. 30.

OBS. N° 30. — Mlle An... — Normale.

Viscosité : 0,0121.

Indice : 1,3481.

Albumines : 89 gr. 95.

OBS. N° 31. — Fran..., née Com..., 2^e Infirmerie, n° 13. — Grossesse de 4 mois.

Viscosité : 0,0116.

Indice : 1,3488.

Albumines : 92 gr. 45.

OBS. N° 32. — Mlle Per... — Normale.

Viscosité : 0,0117.

Indice : 1,3510.

Albumines : 100 gr.

OBS. N° 33. — Mlle Raf... — Normale.

Viscosité : 0,0136.

Indice : 1,3497.

Albumines : 94 gr. 90.

OBS. N° 34. — Pai... Joseph, 66 ans. Salle R. Lépine, n° 55. Néphrite hypertensive pure d'origine urinaire (rétrécissements anciens de l'urètre). Phase de défaillance cardiaque. Wassermann négatif. Ambard normal.

Viscosité : 0,0117.

Indice : 1,3481.

Albumines : 77 gr. 55.

OBS. N° 35. — Sau... Félix. — Malade de l'observation n° 23, mais ayant fait depuis la première prise de sang des inhalations de mésothorium.

Viscosité : 0,0131.

Indice : 1,3492.

Albumines : 86 gr. 04.

OBS. N° 36. — Mme Boi..., 2^e Infirmerie. — Grossesse de 7 mois 1/2 chez une spécifique. Wassermann négatif à ce moment.

Viscosité : 0,0131.

Indice : 1,3481.

Albumines : 80 gr. 96.

OBS. N° 37. — Cha... Albert. Salle R. Lépine, n° 22. — Néphrite par intoxication aiguë par le sublimé, chez un alcoolique et un syphilitique. Un dosage d'urée sanguine a montré 2 gr. 95 ‰.

Viscosité : 0,0120.

Indice : 1,3486.

Albumines : 84 gr. 98.

OBS. N° 38. — Mac... Salle R. Lépine, n° 9. — Malade de l'observation n° 4.

Viscosité : 0,0106.

Indice : 1,3484.

Albumines : 81 gr. 98.

OBS. N° 39. — Scha... Charles, 58 ans. Salle R. Lépine, n° 18. — Hémiplegie datant de 1916 chez un syphilitique. Crises d'asthme nocturnes subintrantes récentes; les urines ne contiennent pas d'albumine.

Dosage d'urée sanguine : 0,42 ‰.

Viscosité : 0,0147.

Indice : 1,3510.

Albumines : 99 gr. 90.

OBS. N° 40. — Pon... Marie-Joseph. Salle R. Lépine, n° 16. Asystolie complète avec cyanose; dyspnée; œdèmes; anasarque. Albumines dans les urines. Le décès s'est produit quatre à cinq heures après la prise de sang.

Viscosité : 0,0132.

Indice : 1,3482.

Albumines : 85 gr. 12.

OBS. N° 41. — Mil... Emilie, 45 ans. Salle St-Roch, n° 6. — Tuberculose pulmonaire ancienne cicatrisée. Syphilis probable. Insuffisance aortique et néphrite chronique. Hypertension 24,5/9 (Gallavardin). Pas d'azotémie.

Viscosité : 0,0120.

Indice : 1,3487.

Albumines : 90 gr. 04.

OBS. N° 42. — Pio..., Salle R. Lépine, n° 38. — Malade amené pour coma urémique succédant à une néphrite chronique. Le décès est survenu une heure et demie environ après la saignée.

Viscosité : 0,0149.

Indice : 1,3491.

Albumines : 89 gr. 96.

OBS. N° 43. — Jou... Félix, malade de l'observation n° 24, ayant fait des inhalations de mésothorium depuis la première prise de sang.

Le sérum étant hémolysé, il n'a pas été possible de mesurer l'indice de réfraction.

Viscosité : 0,0111.

Albumines : 77 gr. 55.

OBS. N° 44. — Kra... Vladimir. Normal. Sérum légèrement hémolysé.

Viscosité : 0,0112.

Indice : 1,3502.

Albumines : 87 gr. 40.

OBS. N° 45. — Mme Du..., née Bri..., 2° Infirmerie, n° 6. — Grossesse de 4 mois.

Viscosité : 0,0117.

Indice : 1,3491.

Albumines : 89 gr. 90.

OBS. N° 46. — Cro... Jean. Salle R. Lépine, n° 54, malade de l'observation n° 15, ayant reçu une série de piqûres au néosalvarsan.

Viscosité : 0,0122.

Indice : 1,3491.

Albumines : 90 gr. 98.

OBS. N° 47. — Thi... Claude. Salle R. Lépine, n° 45. — 73 ans. — Gangrène du gros orteil et du deuxième orteil du pied gauche. Wassermann négatif. Pas de sucre dans les uri-

nes. Terminaison par coma urémique : urée sanguine, 1,24 pour 1.000.

Viscosité : 0,0136.

Indice : 1,3499.

Albumines : 94 gr. 04.

OBS. N° 48. — Mich... Claude. Salle R. Lépine, n° 47, 67 ans. Gros cœur avec pointe dans le VI^e espace, sans signes de néphrite nets. Pas d'azotémie. Hypertension 26/11 (Gallavardin). Syphilis datant de 20 ans.

Viscosité : 0,0127.

Indice : 1,3493.

Albumines : 86 gr. 98.

OBS. N° 49. — Cha... Albert. Salle R. Lépine, n° 22. — Malade de l'observation n° 37. A cette période, l'urée sanguine s'élevait à 6 gr. pour 1.000.

Viscosité : 0,0130.

Indice de réfraction : 1,3500.

Albumine : 84 gr. 08.

OBS. N° 50. — Mlle Ber... — Normale. — Caillot non rétracté. — Sérum très légèrement hémolysé.

Viscosité : 0,0108.

Indice : 1,3498.

Albumines : 86 gr. 44.

OBS. N° 51. — Déc... Florine. Salle St-Roch, n° 4. — Néphrite chronique hypertensive et urémigène avec anémie d'origine inconnue. Tension 20/12. Œdème aigu du poumon. Azotémie à 4 gr. 10.

Viscosité : 0,0135.

Indice : 1,3492.

Albumines : 83 gr. 96.

OBS. N° 52. — Mac... Salle R. Lépine, n° 9. — Malade de l'observation n° 8.

Viscosité : 0,0128.

Indice : 1,3484.

Albumines : 90 gr.

Obs. n° 53. — Jol... Louis. Salle R. Lépine, n° 3. 59 ans.
Diabète, 48 gr. de sucre par litre d'urine. Aortite avec insuffisance aortique et ectasie de la crosse de l'aorte. Syphilis ancienne.

Viscosité : 0,0111.

Indice : 1,3477.

Albumines : 82 gr.

B

Les Mesures

Dans un tableau récapitulatif, avec le numéro de l'observation correspondante, nous avons groupé toutes nos observations de façon à permettre plus facilement la comparaison entre les diverses données physico-chimiques pour un même malade et des divers malades entre eux.

Nous avons ajouté pour chaque observation la viscosité relative par rapport à l'eau distillée à la température de 37° où ont été faites toutes nos mesures, et la quantité d'albumines totales calculées d'après l'indice de réfraction à 17°5, température pour laquelle les chiffres donnés par Reiss sont valables.

	Densité	Viscosité absolue à 37°	Viscosité relative à 37°	Indice de réfraction 37°	Albumines par pesées ‰	Albumines par réfrac- tométrie ‰
1		0.0134	2	1.3505		96
2		0.0126	1.88	1.3524		111.4
3		0.0150	2.23	1.3503		98.8
4	1025	0.0110	1.64	1.3480		85.5
5	1025	0.0115	1.71	1.3488		90.3
6		0.0124	1.85			
7		0.0132	1.97			
8	1033	0.0106	1.58	1.3484	92	87.9
9	1026	0.0161	2.40	1.3499	85.05	96.4
10	1022	0.0164	2.44	1.3495	82.55	94
11	1034	0.0124	1.85	1.3492	89.25	92.2
12	1031	0.0141	2.10	1.3510		103

	Densité	Viscosité absolue à 37°	Viscosité relative à 37°	Indice de réfraction 37°	Albumines par pesées ‰	Albumines par réfrac- tométrie ‰
13	1031	0.0145	2.16	1.3498	86.90	95.8
14	1031	0.0105	1.56	1.3472	72.55	80.7
15	1031	0.0113	1.68	1.3484	74	87.9
16	1001	0.0098	1.46	1.3453	50.05	70.3
17	1001	0.0148	2.20	1.3463	68.8	75.3
18	1026	0.0145	2.16	1.3488	75.05	89.1
19	1022	0.0111	1.65	1.3473	72.95	81.3
20	1022	0.0114	1.70	1.3457	72.25	71.7
21	1020	0.0112	1.67	1.3468	74.55	78.3
22		0.0104	1.55		97.45	
23	1020	0.0132	1.97	1.3481	84.95	86.1
24	1026	0.0134	2	1.3501	90.10	97.6
25	1026	0.0108	1.61	1.3480	84.05	85.5
26	1034	0.0190	2.83	1.3561	135.05	133.6
27	1022	0.0114	1.70	1.3472	77.60	80.7
28	1026	0.0124	1.85	1.3488	96.05	90.3
29	1029	0.0112	1.67	1.3495	91.30	94
30	1026	0.0121	1.80	1.3484	89.95	87.9
31	1029	0.0116	1.73	1.3488	92.45	90.3
32	1026	0.0117	1.74	1.3506	100	100.6
33	1026	0.0136	2.02	1.3497	94.90	95.2
34	1022	0.0117	1.74	1.3481	77.55	86.1
35	1022	0.0131	1.95	1.3492	86.04	92.2
36	1022	0.0131	1.95	1.3481	80.86	86.1
37	1022	0.0120	1.79	1.3486	84.98	86.6
38	1026	0.0106	1.58	1.3484	81.98	87.9
39	1026	0.0147	2.19	1.3510	99.90	105
40	1022	0.0132	1.97	1.3482	85.12	86.7
41	1022	0.0120	1.79	1.3487	90.04	89.7
42	1026	0.0149	2.22	1.3491	89.96	92.2
43	»	0.0111	1.65		77.55	
44	»	0.0112	1.67	1.3502	87.40	98.2
45	1022	0.0117	1.74	1.3491	89.90	92.2
46	1026	0.0122	1.82	1.3491	90.98	92.2
47	1026	0.0136	2.02	1.3499	94.04	96.4
48	1026	0.0127	1.89	1.3493	86.98	92.8
49	1022	0.0130	1.94	1.3500	84.08	93
50	1026	0.0108	1.61	1.3498	86.44	95.8
51	1026	0.0135	2.01	1.3492	83.96	91.7
52	1029	0.0128	1.91	1.3484	90	87.9
53	1022	0.0111	1.65	1.3477	82	83.7

TROISIÈME PARTIE

LES DÉDUCTIONS

A

Indice de réfraction et viscosité du sérum humain normal

Si nous comparons parmi ces chiffres ceux qui se rapportent à des individus normaux, nous constatons que le coefficient de viscosité varie de 0,0110 (obs. n° 4) à 0,0112 (obs. n° 29) jusqu'à 0,0124 pour l'observation n° 28. Nous sommes donc amenés à fixer comme valeurs limites 0,0110 à 0,0118 pour les variations du coefficient de viscosité dans les cas normaux à 37°.

Nous avons cependant constaté quelques cas, où il n'existait aucun état pathologique et où le coefficient était considérablement augmenté : 0,0132 pour l'obs. 7. D'autres fois, au contraire, il y a un état pathologique nettement caractérisé et la viscosité n'est pas influencée. Pour l'indice de réfraction se rapportant à ces mêmes cas normaux, nous faisons des constatations analogues. A l'état normal, l'indice de réfraction peut varier de 1,3480 à 1,3490 à 37° ; mais nous trouvons parfois des chiffres

beaucoup plus forts chez des individus normaux : nous avons ainsi un indice de 1,3497 (obs. n° 33) et 1,3510 (obs. n° 32), tandis qu'il conserve un taux normal au cours de diverses maladies, ainsi 1,3481 (obs. n° 34) et 1,3487 (obs. n° 41), 1,3486 (obs. n° 37).

Le taux des albumines à l'état normal semble également des plus variable. Nous disons cependant que les chiffres de 85 et 95 gr. pour 1.000 représentent pour nous les quantités d'albumines moyennes normales.

B

Rapports entre l'indice de réfraction et la teneur en albumine

De la considération de ces méthodes, nous voulons essayer de tirer quelques déductions et voir s'il existe des relations entre les diverses données physico-chimiques trouvées.

Nous chercherons tout d'abord si l'on peut comparer l'indice de réfraction et la teneur en albumines.

Reiss, dans sa thèse, après avoir cherché quelle est la relation qui lie entre eux, le point cryoscopique, l'indice de réfraction et la teneur en albumine d'un sérum conclut qu'il n'y a aucun parallélisme entre les variations du point cryoscopique et celles de l'indice de réfraction, mais par contre, il estime que l'indice de réfraction d'un sérum et la teneur en albumines de ce même sérum varient parallèlement ; c'est ainsi qu'il est amené à expo-

ser sa méthode (méthode de Reiss) qui permet de fixer la quantité d'albumines d'un sérum sanguin à partir de son indice de réfraction. « La teneur en sels du sérum sanguin est extrêmement constante, les autres éléments comme les lipoïdes, la lécithine et les produits pathologiques sont apportés en quantité si minimes, que les changements quantitatifs et qualitatifs ne doivent pas entrer en considération pour nous. »

« Ce qui fait varier l'indice d'un sérum, c'est sa teneur en albumines et la déviation du rayon lumineux est d'autant plus marquée que le taux des albumines est plus élevé. » (Reiss et Strauss).

Reiss propose donc de « retrancher du coefficient de réfraction du sérum la partie correspondante aux sels : 0,00277, et l'indice de réfraction de l'eau distillée : 1,33320 ; et le reste est divisé par 0,00172, indice de réfraction pour une solution d'albumine à 1 % ». L'indice de réfraction étant mesuré à 17°5. Le quotient ainsi obtenu est la teneur en albumines pour 100 de sérum sanguin.

Au réfractomètre de Pulfrich sont annexées des tables (tables de Reiss) qui permettent de convertir par simple lecture en grammes d'albumines par litre, le chiffre de l'échelle.

De nombreuses vérifications de ces données ont été entreprises par plusieurs auteurs.

Ceux-ci admettent des chiffres concordant avec ceux des pesées. Telles sont les conclusions de Grober, Strubell, Strauss, Chajes, Achard, Vaucher, Wagner, Engel.

Cependant, nous citerons Chiray et Demanche, qui ont mis en doute cette méthode de mesure, et ont fait quel-

ques expériences de contrôle d'après lesquelles ils concluent que « pour tous les échantillons de sérums employés, les mesures sont aussi inexactes. La zone d'erreur est comprise entre 1 et 17 pour 1.000. Elle est donc considérable puisqu'elle représente à peu près les limites de variations maxima qui sont possibles physiologiquement. De plus, et ceci est peut-être plus grave encore, l'erreur se fait tantôt en plus, tantôt en moins ». D'après eux : « on ne peut donc se fier à l'heure actuelle aux mesures fournies par le réfractomètre, sans doute parce que les divers éléments minéraux du sérum, et peut-être aussi la proportion mobile de diverses variétés d'albumines déterminent dans l'indice réfractométrique des modifications beaucoup plus importantes que les premiers auteurs ne l'avaient cru. »

En présence de ces contradictions, Vaucher et Laudat ont repris la question et vérifié les résultats réfractométriques, d'une part à l'aide des pesées, d'autre part en dosant l'azote des albumines du sérum par le procédé de Kjeldahl modifié par Denigès. Ils ont ainsi trouvé que les résultats obtenus par ces diverses méthodes « sont très voisins et peuvent être considérés comme identiques, les différences n'atteignant jamais des chiffres supérieurs à 0,5 ou 0,6 pour 100 ».

Kreibig a lui aussi contrôlé ces résultats et ses conclusions sont conformes à celles de Vaucher et Laudat.

Ces derniers auteurs et Röhrer admettent cependant que la présence de certains sels en excès peuvent entraîner quelques erreurs quant à l'indice de réfraction. C'est ainsi que l'urée, les matières grasses, les pigments biliaires, l'acétone, font varier l'indice de réfraction.

Pour l'urée, par exemple, nous relatons les relations qui sont indiquées par ces auteurs. Lorsque le sérum sanguin contient :

1 gr. d'urée, il faut retrancher	0 gr. 60 d'albumine.
2 gr. — — —	1 gr. 20 —
3 gr. — — —	1 gr. 80 —
4 gr. — — —	2 gr. 50 —
5 gr. — — —	3 gr. 20 —
6 gr. — — —	4 gr. —

d'ailleurs, nous remarquons que l'erreur n'est jamais bien considérable.

Cette même méthode de mesure a été employée par Saint-Girons qui, admettant complètement la méthode de Reiss a pratiqué des mesures de dosage d'albumines au cours de maladies infectieuses. Pour n'avoir aucune cause d'erreur, Saint-Girons a fait porter ses mesures sur des malades chez lesquels on ne retrouvait aucune des causes d'erreurs que nous avons énumérées.

Plus récemment, Puech a comparé dans 6 cas les résultats donnés par les deux méthodes, et il a trouvé qu'ils ont été rigoureusement concordants. Pour lui, le réfractomètre semble donner des chiffres exacts d'albumines ; c'est une méthode particulièrement pratique, facile et rapide.

A côté des causes d'erreurs provenant de la nature même du liquide, il en existe deux autres qui, elles, dépendent de la technique employée, d'une part, pour prélever le sang, d'autre part pour le conserver jusqu'à l'examen.

Pour la prise de sang, ainsi que l'a fait remarquer Kreibitz, on peut trouver des différences assez apprécia-

bles entre le sang veineux et le sang capillaire, celui-ci donnant un sérum moins riche en albumines. Pour que nous puissions comparer nos différents chiffres entre eux, nos prises de sang ont toutes été faites de la même manière, c'est-à-dire par ponction veineuse au pli du coude.

Reiss a étudié en détail les causes d'erreurs dues à l'évaporation, et il conclut que « si nous prenons la moyenne des cas, la concentration en un jour entraîne une erreur de 0,25 division de l'échelle, une grandeur qu'on peut complètement négliger. De cela, il résulte que l'on peut faire sans erreur les mesures quelques heures plus ou moins tôt.

En ce qui nous concerne, toutes les mesures ont été faites environ vingt-quatre heures après la prise de sang. La comparaison de tous nos chiffres entre eux est donc possible et ne donne lieu à aucune erreur, même légère.

Pour comparer nos chiffres donnés dans le tableau, nous ferons abstraction de toutes les observations dans lesquelles il manque l'un des termes de comparaison, les numéros 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 22 et 43, dans lesquelles il manque, soit le taux des albumines totales obtenu par dosage chimique, soit l'indice de réfraction.

Nous avons cependant relaté ces observations, car elles montrent les relations qui existent entre l'indice et la viscosité, ou la teneur en albumines et la viscosité.

De même, nous ne tiendrons pas compte ici des mesures qui ont porté sur des sérums laqués même très légèrement, c'est le cas des observations 15, 16, 22, 43, 44 et 50 et au sujet desquelles nous nous proposons d'envisager un certain nombre de propositions qu'on trouvera plus loin.

Enfin, nous retrancherons encore certains cas de néphrites graves où manifestement la teneur plus ou moins grande du sérum en sels dissous, introduit à *priori* une cause d'erreurs assez considérables, telles sont les observations 18, 34 et 49.

Finalement, il nous reste une trentaine d'observations. De l'examen comparatif des chiffres fournis, la teneur en albumines, d'après la méthode que nous avons indiquée plus haut d'une part, et d'après l'indice de réfraction adapté au calcul du taux des albumines d'autre part, est nettement comparable. C'est ainsi que nous avons, pour l'observation n° 20, 72 gr. 25 p. 1.000 d'albumines par le dosage chimique, et 71 gr. 7 par le réfractomètre ; de même pour l'observation n° 23, 84 gr. 95 au dosage chimique et 86 gr. 1 au dosage réfractométrique ; et encore observation n° 25, 84 gr. 05 et 85 gr. 5 ; observation n° 26, 135 gr. 05 et 133 gr. 6.

La plupart du temps, cependant, la concordance n'atteint pas cette précision, et l'écart entre les deux dosages d'albumines pour un même sérum est plus grand ; il est en moyenne de 3 gr. pour 1.000, mais peut aller jusqu'à 5 ou 6 gr. pour 1.000 ; ce qui ne fait après tout qu'une erreur moyenne de 0,4 pour 100.

Dans les cas où il y a eu hémolyse du sérum, c'est-à-dire, où après décantage et centrifugation pendant vingt minutes environ, nous avons eu une coloration rouge du sérum due à la dissolution d'hémoglobine, nous constatons que les deux dosages d'albumines ne peuvent être comparés. Le chiffre trouvé grâce à l'indice de réfraction étant infiniment supérieur à celui donné par la pesée,

ainsi, dans l'observation n° 15, nous avons 87 gr. 9 d'albumines par le réfractomètre et 74 gr. par la méthode chimique. Cette différence est encore plus nette pour l'observation n° 16 où le réfractomètre nous révèle 70 gr. 3 d'albumines, alors que la méthode chimique ne donne que 50 gr. 05. Au sujet des observations n° 14 et 50, nous faisons la même remarque; pour l'observation n° 44 nous avons d'une part 98 gr. 2, et d'autre part 87 gr. 40; de même pour l'observation n° 50, d'un côté nous trouvons 95 gr. 8 et de l'autre 86 gr. 44.

Il semble donc que chaque fois qu'il y a dissolution d'hémoglobine dans le sérum, l'indice de réfraction est augmenté, et ne peut en aucune façon servir à la mesure du taux des albumines.

C

Rapport entre la viscosité et les sels, le point cryoscopique et les cendres

A ce propos, nous ne ferons que citer les travaux de Chaliér, Boulud et Chevallier.

Ceux-ci montrent que « pour deux sérums qui comportent le même normal $\Delta = -0,55$ et un taux de cendres en somme très voisin : 9 gr. et 9 gr. 20, la viscosité au contraire est différente, pour l'un des sérums elle est très élevée, 2,25, et pour l'autre elle ne fait que dépasser un peu la normale, 1,90. Ailleurs, avec un abaissement du point cryoscopique, la viscosité reste anormale et d'autres

fois augmentée. Enfin les variations du point cryoscopique n'entraînent pas des variations comparables du coefficient de viscosité.

De même, les variations de la teneur du sérum en chlorures ou en urée ne peuvent pas être rapprochées des variations du coefficient de viscosité. La viscosité peut très bien rester normale pour un sérum avec un taux élevé de chlorures et d'urée, une hyperviscosité coïncide ailleurs avec une urée normale et une légère diminution des chlorures ; on peut également signaler une hyperviscosité avec une urée normale et des chlorures très faibles, une hyperviscosité avec une élévation marquée de l'urée et un abaissement considérable des chlorures et enfin une hyperviscosité avec une urée normale et augmentation des chlorures.

La viscosité du sérum sanguin n'a donc aucun rapport avec le taux des chlorures et de l'urée.

D

Rapport entre la viscosité et l'indice de réfraction

Dans un travail antérieur, Chalier, Chevallier et Boulud avaient montré qu'il y avait parallélisme étroit du coefficient de viscosité et du taux du résidu à 100° et des albumines du sérum.

Ces premières recherches avaient été faites au moyen du viscosimètre de Hess. Nous avons vu précédemment

le manque absolu de précision de cet appareil et les causes d'erreur considérables résultant presque obligatoirement de son emploi ; ceci pour expliquer que les recherches que nous exposons ici et faites du reste en collaboration avec ces auteurs et au moyen du viscosimètre de Baume nous conduisent à des résultats complètement différents.

Si d'après nos mesures nous essayons de classer nos indices par ordre croissant, nous constatons que nos chiffres de viscosité ne suivent absolument pas le même ordre :

Obs. n° 20, l'indice est de 1,3457 et la viscosité 0,0114

n° 17	—	1,3463	—	0,0148
n° 21	—	1,3468	—	0,0112
n° 27	—	1,3472	—	0,0114
n° 19	—	1,3473	—	0,0111
n° 23	—	1,3481	—	0,0132
n° 30	—	1,3484	—	0,0121
n° 31	—	1,3488	—	0,0116
n° 42	—	1,3491	—	0,0149
n° 49	—	1,3500	—	0,0130
n° 44	—	1,3502	—	0,0112

De même, si nous groupons diverses observations ayant le même indice de réfraction, nous voyons que le coefficient de viscosité varie dans d'assez grandes limites :

Obs. n° 8, l'indice est de 1,3484 et la viscosité 0,0106

n° 15	—	1,3484	—	0,0113
n° 30	—	1,3484	—	0,0121
n° 52	—	1,3484	—	0,0128

Obs. n° 5	l'indice est de	1,3488	et la viscosité	0,0115
n° 18	—	1,3488	—	0,0145
n° 28	—	1,3488	—	0,0124
Obs. n° 11,	l'indice est de	1,3492	et la viscosité	0,0124
n° 35	—	1,3492	—	0,0131
n° 51	—	1,3492	—	0,0135
Obs. n° 10,	l'indice est de	1,3495	et la viscosité	0,0164
n° 29	—	1,3495	—	0,0112
Obs. n° 42,	l'indice est de	1,3491	et la viscosité	0,0149
n° 45	—	1,3491	—	0,0117
n° 46	—	1,3491	—	0,0122

La considération de ces chiffres nous amène donc à conclure qu'il ne semble pas exister de relation entre la viscosité et l'indice de réfraction, et par cela même aucune relation entre la viscosité et le taux des albumines ; et puisqu'il en est ainsi, il nous paraît possible d'expliquer les variations de cette mesure physique, non point par les proportions différentes d'albumines définies, de la globuline en particulier comme le voulait Röhrer. Nous avons vu plus haut que cette distinction chimique des corps albuminoïdes du sérum ne repose pas sur une base très solide, et que cette distinction entre sérine et globuline est plus artificielle que réelle.

Nous sommes donc enclins à penser que les variations de viscosité mettent en évidence les variations d'état physique sous lequel peuvent se présenter les substances albuminoïdes du sérum.

Un cas particulier de cette hypothèse nous semble résider dans le fait de variations considérables que nous observons quand il y a hémolyse.

Dans les cas cités plus haut où il y avait une certaine quantité d'hémoglobine dissoute dans le sérum, nous avons vu que le coefficient de viscosité était anormalement bas, alors que l'indice de réfraction est à peine abaissé.

Ainsi, pour le malade de l'observation 15, nous avons obtenu un coefficient de viscosité de 0,0113 et un indice de réfraction de 1,3484 ; pour ce même malade, nous avons fait à nouveau des mesures qui sont données dans l'observation n° 46 ; là, il n'y avait pas laquage du sérum et le coefficient de viscosité est remonté à 0,0122. Ceci est encore plus net si l'on compare les observations n°s 7 et 50 qui sont relatives à un même sujet. A propos de l'observation n° 7, où le sérum était normal, nous notons une viscosité de 0,0132, alors que dans l'observation n° 50, où il y a laquage, le coefficient de viscosité est tombé à 0,0108.

Cette différence est encore beaucoup plus accentuée entre les observations n°s 16 et 17 relatives au même malade, et prises à deux jours de distance. En 16, il y a eu laquage et en 17 le sérum était normal. Le coefficient de viscosité pour le sérum hémolysé est de 0,0098 et de 0,0148 pour le sérum normal.

CONCLUSIONS

Nos recherches ont porté sur l'étude comparative de la viscosité, de l'indice de réfraction et des albumines du sérum sanguin à l'état normal.

I. — Technique et données normales

A) *Viscosité*. — La recherche de la viscosité du sang total est entachée de trop de causes d'erreurs pour qu'on puisse en obtenir des renseignements vraiment utiles.

La viscosité du sérum peut être facilement établie ; certains viscosimètres sont à rejeter ; d'autres répondent à toutes les conditions scientifiques de recherche, notamment le viscosimètre de Baume qui permet des mesures faciles et rapides, que l'on effectuera toujours à la même température, à 37° par exemple.

Avec ce viscosimètre et à 37°, le coefficient de viscosité absolue du sérum sanguin normal varie entre 0,0110 et 0,0118. La viscosité relative par rapport à l'eau distillée prise pour unité varie entre 1,65 à 1,75.

Lorsqu'il y a un certain degré d'hémolyse, le coefficient de viscosité est abaissé, quelquefois même dans des proportions considérables.

B) *Indice de réfraction.* — La recherche doit être faite avec un appareil permettant sa fixation jusqu'à la 4^e décimale. Nos résultats sont obtenus à 37° à l'aide du grand réfractomètre de Féry.

Avec ce réfractomètre et à 37°, l'indice de réfraction du sérum normal varie entre 1,3480 à 1,3490.

C) *Dosage des albumines.* — Le dosage doit être fait par précipitation par l'acide trichloracétique, sans lavage consécutif à l'alcool.

La pesée doit être faite à l'aide d'une balance de précision, pesant au moins à 1/10^e de milligramme. Le taux normal d'albumines est assez variable, nous le fixons entre 85 et 95 gr. pour 1.000.

II. — Relations réciproques de ces données

A. — *Rapport entre l'indice de réfraction et le taux des albumines.*

Des nombreuses mesures que nous avons effectuées, il semble bien exister un parallélisme extrêmement étroit entre le taux des albumines et l'indice de réfraction. Si on élimine quelques cas chez lesquels la présence anormale de sels et notamment de l'urée, apporte une cause d'erreur assez importante, on peut même considérer la mesure de l'indice de réfraction comme une méthode permettant d'évaluer le taux des albumines du sérum, avec une erreur qui ne dépasserait pas 0,5 pour 100.

B. — *Rapport entre la viscosité et l'indice de réfraction.*

La viscosité ne semble pas varier dans le même sens ni dans les mêmes proportions que l'indice de réfraction. En aucun cas elle ne peut permettre une évaluation du taux des albumines.

Il semble donc que sa signification doive être attribuée à l'état physique des substances albuminoïdes du sérum plutôt qu'à leur quantité.

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE
ROQUE

Vu :
LE DOYEN,
JEAN LÉPINE.

Vu et permis d'imprimer :

Lyon, le 6 Mai 1925

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,
CAVALIER.

BIBLIOGRAPHIE

- ACHARD et TOURAINE. — Densimétrie et réfractométrie (*Société de Biologie*, 1912).
- ACHARD, TOURAINE et SAINT-GIRONS. — Variations cycliques des albumines du sérum dans les infections aiguës (*C. R. Soc. de Biologie*, 20 juillet 1912, p. 175, et *Archives de Méd. expér. et d'anatomie pathologique*, sept. 1912).
- ARLOING et VAUTHEY. — Tension superficielle et viscosité (*Progress Medical*, 1922).
- BERGER WILHELM. — La teneur protéique du sérum après les injections sériques (*Presse médicale*, 1922).
- BIERRY et Mlle MOCQUET. — Dosage des albumines du plasma sanguin (*Société de Biologie*, 1922).
- BIERRY et VICARIO. — Dosage des albumines du plasma sanguin (*Société de Biologie*, 1923).
- CERVELLO. — Le quotient protéique du sérum sanguin et sa signification physiologique (*Archivio de Farmacologia et therap.*, 1908, p. 391).
- CHALIER, CHEVALLIER et BOULUD. — 1° *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 14 juin 1921. — 2° Recherches sur la viscosité du sérum sanguin (*Journal de Médecine de Lyon*, avril 1922).
- CHALIER et CHEVALLIER. — Sur les variations de la viscosité et de l'indice de réfraction du sérum de cheval avec la température (*Société de Biologie*, 1924).

CHIRAY et DEMANCHE. — Valeur des indications fournies par le réfractomètre dans la mesure du sérum sanguin et des sérosités pathologiques (*Soc. de Biologie*, 1907, p. 235).

DENIGÈS. — Précis de Chimie analytique.

DUCHANGE. — Un nouveau viscosimètre simplifié. (*Journal de Médec. de Bordeaux*, avril 1923).

FANO et ROSSI. — Sulla viscosità del siero di sangue solo o mescolato con varie sostanze (*Archivio di Farmalogia*, 1904).

GAY. — Etude critique sur la viscosité du sang (*Thèse de Paris*, 1909).

GILBERT et CHIRAY. — Diminution des substances albumineuses du sérum sanguin chez les cirrhotiques ascitiques (*Société de Biologie*, 1907).

GLEY. — Précis de Physiologie.

GRENET. — Diminution des albumines du serum sanguin chez les hépatiques (*Société de Biologie*, 1907, p. 552).

HIRSCH (C.), BECK (C.). — *Deutsche arch. f. klinische med.*, 1901.

HUGOUNENQ. — Précis de Chimie biologique.

JAVAL. — De la teneur en albumines du sérum sanguin (*Soc. de Biologie*, déc. 1907, p. 670).

KOPACZEWSKI. — Théorie et pratique des colloïdes en biologie.

— Les travaux récents sur les chocs (*Gazette des Hôpitaux*, 1923, 27 déc.).

— La pharmacodynamie des colloïdes (*C. R. Gazette des Hôpitaux*, 1923, 30 juin).

KOTTMANN. — Ueber die viskosität des Blutes kor fur Schweiz, 1907.

LœPER, FORESTIER, TONNET. — Albumine du serum et cancer (*Société de Biologie*, 1920, 1921, 1922).

LOMMEL. — Ueber die viskosität des menschlichen Blutes bei Schwitz prozeduren (*Deutsche Arch. klin. med.*, 1904).

MARTINET. — Hypertension artérielle et viscosité sanguine (*Pr. médicale*, 1911).

MAYER. — 1° Coefficient de viscosité du sérum et du plasma sanguin normaux (*Société de Biologie*, 1902).

2° Variations de viscosité des albumines du plasma (*Société de Biologie*, 1902).

3° Etudes viscosimétriques sur la coagulation des albuminoïdes du plasma sanguin par la chaleur (*Soc. de Biologie*, 1902).

PEYRE. — Disposition colloïdale particulière aux sérums des syphilitiques et aux sérums dits anticomplémentaires (*Société de Biologie*, 1921).

PIETRE et VILA. — Séparation des albumines du sérum sanguin (*Ac. des Sciences*, 1920).

POISEUILLE. — Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très petit diamètre (*Annales de Physique et Chimie*, 1843, t. VII).

PUECH. — Etude des albumines du sérum et recherches sur les modifications de leur taux dans les maladies par la viscosimétrie et la réfractométrie (*Thèse de Montpellier*, 1924).

REISS. — 1° Der Brechungskoeffizient des Bluteserums als indicator für den Eiweissgehalt (*Thèse de Strassburg*, 1902).

2° Eine neue methode der quantitativen Eiweissbestimmung (*Arch. für exp. patho und pharmaco*, 1904, t. 51).

ROGER. — Introduction à l'étude de la viscosité du sang (*Arch. de Médéc. expérimentale*, 1908).

RÖHRER. — 1° Bestimmungen des Mischungsverhältnisses von albumin und globulin in Blutserum (Leipzig, 1916).

2° Refractometrische und viskosimetrische Untersuchungen am Bluteserum (*Schweiz Medizin Wochenschrift*, 1922, n° 22).

3° Zur Bestimmung des Albumin-Globulin Mischungsverhältnisses in Bluteserum (*Schweiz Medizin. Wochenschrift*, 1922, n° 32).

- ROSSI. — La viscosita et la resistenza elettrica del siero di sangue a temperature diverse e prossime a quella dell' organismo (*Arch. di fisiologia*, 1904).
- SAINT-GIRONS. — Les albumines du sérum sanguin au cours des maladies infectieuses. Leurs variations cycliques (*Thèse de Paris*, 1913-1914).
- SIMÉON. — Sur les variations de l'index réfractométrique du sérum sanguin, particulièrement après la saignée (*Thèse de Montpellier*, 1913).
- STRAUSS et CHAJÈS. — Refractometrische Eiweissbestimmungen an menschlichen Blutserum und ihre Klinische Bedeutung (*Zeitschrift für Klinische Medizin*, 1904).
- VAUCHER. — L'hydrémie chez les brightiques et les cardiaques oedémateux (*Thèse de Paris*, 1911).
- VERNES et MARCHADIER. — Sur la séro-réfraction du sérum sanguin et de la méthode de Röhrer (*Schweizerische Medizinische Wochenschrift*, 1922).
- WIDAL, ABRAMI, BRISSAUD, BÉNARD et JOLTRAIN. — Les modifications de l'index réfractométrique du sérum au cours des crises hémoclasiques (*Société de Biologie*, 1914).
-

TABLE DES MATIÈRES

<i>Première partie. — Les techniques.</i>	9
I. La viscosité	9
II. L'indice de réfraction	25
III. Les albumines totales	30
<i>Deuxième partie. — Les faits</i>	37
A. Observations	37
B. Les mesures	48
<i>Troisième partie. — Les déductions</i>	51
A. Indice de réfraction et viscosité du sérum humain normal.	51
B. Rapports entre l'indice de réfraction et la teneur en albumine	52
C. Rapport entre la viscosité et les sels, le point cryoscopique et les cendres	58
D. Rapport entre la viscosité et l'indice de réfraction	59
Conclusions	63
Bibliographie.	67
